

オブジェクトモデル作成時の過程とその支援機能の検討

上原 幹正, 奥平 光進, 増田 英孝, 笠原 宏
東京電機大学 工学部 電気工学科

概要

我々は、OMT(Object Modeling Technique, オブジェクトモデル化技法)でのオブジェクトモデルの作成において、分析者が開発対象を適切に表現したモデルを作成するための開発環境について研究を行っている。

本稿では、オブジェクトモデル作成時の過程として、「モデルを描く」、「描いたモデルを確認する」という2つのフェーズに分け、それぞれのフェーズについて分析者の思考パターンを4つに分類した。次に、分類した思考パターンに沿った支援機能として、クラス図に対応したインスタンス図を自動生成する方法を提案する。これより、素案として描いたモデルの確認を促すことができる。

また、実際のモデル作成について調査を行い、各被験者の思考パターンと上記の分類との関連性を検討し、提案した支援機能について有効性の評価を行った。

An Investigation on the Process of Making Object Model, and a Proposal of Support Function

Mikimasa UEHARA, Koushin OKUDAIRA, Hidetaka MASUDA, Hiroshi KASAHARA
Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo Denki University,
2-2 Kandanishiki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japan

Abstract

We have been researching a development environment for object model in OMT(Object Modeling Technique) that will help analysts make suitable models.

In this article, we classify the process of making object models into two phases; "Describing a Model" and "Verifying the Model." And then, classify patterns of the analysts' thoughts into four categories with respect to each phase above. As a support function according to those patterns, we propose a method of automatically generating a instance diagram corresponding to its class diagram. It will make "Verifying the Model" phase easy to do.

Moreover, with surveying how to make model objects, we examine the relevance between each testee's answer and four categories above, and inspect that our support function is effective in the process of making object models.

1 はじめに

近年、オブジェクト指向分析(OOA; Object Oriented Analysis)において、OMT(Object Modeling Technique, オブジェクトモデル化技法) [1] が広く用いられている。OMTでは、開発対象の構造、事態、機能についてそれぞれモデルを作成する。その中でも構造を表すオブジェクトモデルは、他のモデルを作成する指針を与え、最も重要であるとされている。

本研究では、分析者が開発対象を適切に表したオブジェクトモデルを作成するための開発環境について検討している。要求を満たす適切なモデルを作成するためには、開発対象を分析者独自の仮想世界としてとらえ、それをもとにモデルを作成する [2]。我々は、モデル作成の過程において、分析者の仮想世界をモデルへと投影する段階に着目している。

オブジェクトモデルを作成する過程において、分析者は何度も試行錯誤を繰り返す。オブジェクトモデルを作成する際の支援としては、この試行錯誤での分析者の思考過程を考慮した支援が有効であるといわれている [3, 4]。

我々は、オブジェクトモデル作成時の過程を、

- クラス図を描く
- 描いたクラス図を確認する

という2つのフェーズに分けた。分析者は、具体例やインスタンス図といった具体的なものから、抽象的なクラス図を描き、確認を行う。そこで、分析者が具体的なものをもとにどのようにモデル作成を進めていくか、その際の思考パターンを分類した。さらに、その思考パターンを考慮した支援として、分析者が素案として作成したクラス図に対応するインスタンス図の自動生成を行い、クラス図の確認を促す支援機能を提案する [5]。

本研究では、130名の被験者に対して実際にオブジェクトモデルを作成させ、分類した思考パターンをどの程度利用しているかを調査した。その調査に併せ、提案した支援機能の有効性について評価した。

2 オブジェクトモデル作成時の過程

2.1 分析者の認識とモデルとの関係

開発対象をモデル化する際、その開発対象を正確に把握することが分析者に望まれる。そのために分析者は開発対象についての情報を次々と得て、頭の中で独自の仮想世界を描く [2]。文献 [2]では、この仮想世界を認知モデルと定義しているが、本研究では認識と呼ぶことにする。

そして分析者は、分析者各自が描いた認識をもとにモデルへと投影する (図1参照)。

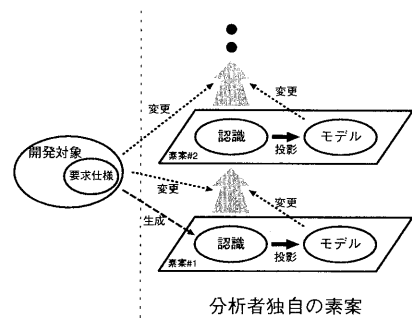


図1: モデル作成時の過程

モデル化を進めていくうちに、分析者自身の認識は変化する。開発対象について理解が深まれば、より適切な認識へと変化する。また、作成したモデルからも認識を変化させることもある。

本研究は、分析者が所有している認識を適切にモデルへと投影するための方法について検討する。認識を適切に投影したモデルを作成することで、分析者が開発対象をどのようにとらえているか正確に把握でき、そのモデルから開発対象についてより適切な認識を得ることができると考えられる。

2.2 オブジェクトモデル作成時における2つのフェーズの分類

分析者は、オブジェクトモデルを作成する際に何度も試行錯誤を繰り返す。本研究ではその試行

錯誤に着目し、オブジェクトモデル作成時の過程を次の2つのフェーズに分けて考える。

クラス図を描く このフェーズでは、要求からクラスを抽出し、またクラス間に関連を付けクラス図の素案を作成する。

描いたクラス図を確認する このフェーズでは、作成したクラス図が適切であるかを確認する。クラス図が適切でないと判断した場合は、どのように修正するかを考える。

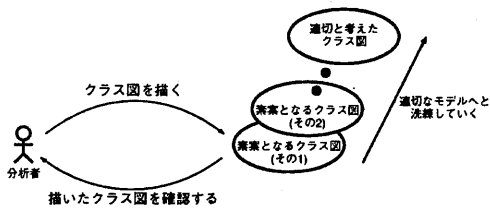


図 2: 2つのフェーズによる繰り返し

分析者は、この2つのフェーズを繰り返すことでモデル作成を進めていく(図2参照)。この繰り返しを円滑に行なうことで、認識を適切に投影したクラス図を作成することができる。次に、各フェーズにおける分析者の思考パターンについて検討する。

3 オブジェクトモデル作成時の思考パターンの分類

3.1 モデルを作成するための抽象化

モデルは、作成しようとする開発対象から本質的な事柄を抽出し、他の側面や性質を排除するという抽象化の過程を通して得ることができる [6]。

抽象化を進めるにあたり、開発対象についての具体例からの推論や、過去の経験から現在直面した対象に必要な事柄をあてはめる類推などが挙げられる [7]。これらは、どちらも人間がより理解しやすいいくつかの具体的なものから抽象化を進めていく方法である。

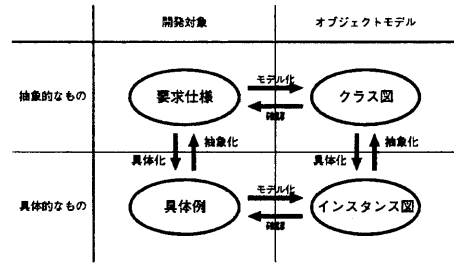


図 3: モデル化における4要素の係わり

図3は、要求仕様から生成した認識をもとにクラス図へとモデル化を行う過程で、分析者の思考の中に具体例、インスタンス図がどう関わっているかを図式化したものである。

開発対象において、それがどのようなものか、またどのように動作するかは「要求仕様」に記述される。分析者は、その要求仕様から「具体例」を作成(具体化)することができる。

オブジェクトモデルは、「クラス図」と「インスタンス図」とに分けることができる。「インスタンス図」は「クラス図」を具体化したものであり、「具体例」をモデル化したものである。図2における確認のフェーズは、「クラス図」から「要求仕様」への確認であり、それはまた具体的なものにおいても同様である。

3.2 思考パターンの分類

本研究では、オブジェクトモデル作成時において、分析者が抽象化や具体化をどのように進めていくか検討する。分析者の思考パターンとして、先に挙げた2つのフェーズから以下の4つの思考パターンに分類する。

フェーズ: クラス図を描く

パターン1. 要求仕様を満足する様々な具体例からクラス図へとまとめる

パターン2. 再利用可能なクラス図を開発対象にあてはめる

フェーズ: 描いたクラス図を確認する

パターン 3. クラス図に対応するインスタンス図を作成し、具体例として要求を満足するか検討する

パターン 4. 要求を満足する具体例を想定して、クラス図に対応するインスタンス図となるかを検討する

パターン 1 の適応例として、国の名前を入れるとその国の首都となる都市を捜し出す地図検索システムの一部について考える。図 4(a) は国と首都となる都市の関係についての具体例で、図 4(b) はこれらの具体例をモデル化したインスタンス図である。これらの例では、一つの国に対して一つの首都という関係が共通に成り立つので、図 4(c) に示すクラス図へとまとめあげることができる。

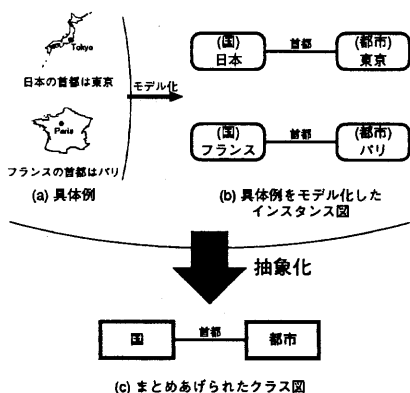


図 4: パターン 1 の適応例

パターン 2 では、過去に作成した、または分析者が理解しているクラス図をもとに、それを適応できる箇所について再利用を行う。このパターンは、デザインパターン [8] として利用されている。

このパターンの適応例として、コンテナとその内容との関係の応用について考える。ディレクトリとファイルとの関係は、コンテナとその内容との関係 (図 5(a) 参照) と同じである。よって、コンテナとその内容との関係を表すクラス図を再利用することで、ディレクトリとファイルとの関係をモデル化できる (図 5(b) 参照)。また、その類似の関係として、封筒と書類との関係をも表現できる (図 5(c) 参照)。

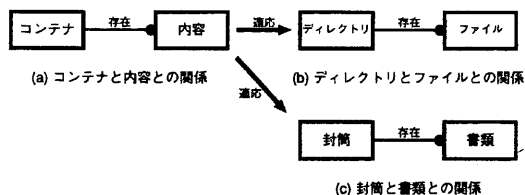


図 5: パターン 2 の適応例

パターン 3, 4 の適応例を図 6 に示す。この例では、要求として交点と線分との関係 (参考: 文献 [1] pp.32-33) をとりあげる。

図 6 に示したクラス図について、要求を満たす具体例、クラス図に対応するインスタンス図を作成して、2つの間に矛盾がないか確認する。図 6 の場合は、クラス図に対応したインスタンス図と、要求仕様を満足する具体例が一致するので、クラス図は適切であると考えられる。しかし、具体例やインスタンス図は開発対象についての一例しか示さないもので、さらにいくつかのインスタンス図、具体例による確認が望まれる。

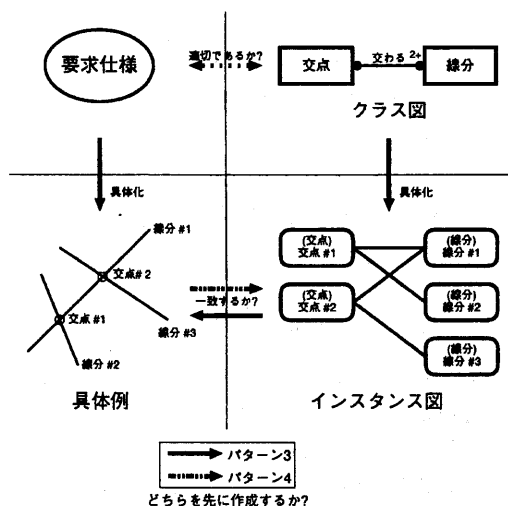


図 6: パターン 3, 4 の適応例

4 思考パターンに沿った支援機能の提案

描いたクラス図を確認するフェーズでの思考パターンは、具体例とインスタンス図を用いて、それらが一致するか確認する。この思考パターンに沿った支援として、分析者が作成したクラス図に対応したインスタンス図の自動生成を行い、クラス図の確認を促す支援機能を提案する。

インスタンス図の自動生成では、クラス間の関連と、関連に添えられた多重度に着目する。多重度は、片方のクラスに属する何個のインスタンスが、関連で結ばれたもう片方のクラスに属する各インスタンスと関係を持つのかを表す。クラス図に対応したインスタンス図を生成する際、多重度により制限されたインスタンスの個数を選択させる(図7参照)。

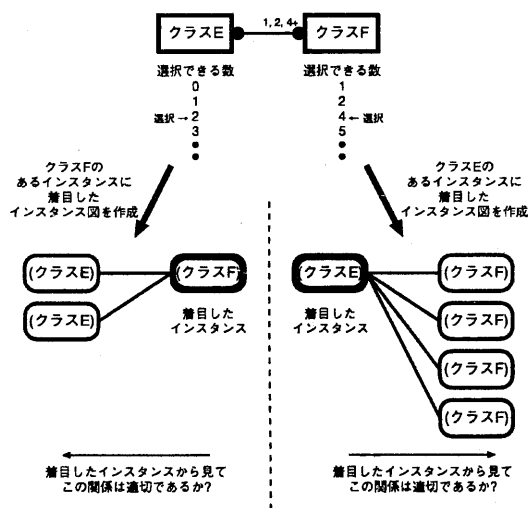


図7: クラス図に対応したインスタンス図の自動生成

図7で示したインスタンス図は、それぞれのクラスに属する一つのインスタンスに着目している。作成した2つのインスタンス図について確認し、両方も適切であればクラス図が適切であると判断できる。

この確認は関連一つ一つについて行う。関連が

複数存在するクラス図についても、関連一つ一つについて確認することでクラス図全体を確認できる。

5 オブジェクトモデル作成における調査

5.1 オブジェクトモデル作成時の過程

この調査の目的は、授業を通してモデル作成ができる程度の学習を済ませた学生130名を被験者とし、「交点と線分との関係」(参考: 文献 [1] pp.32-33) について以下の要求からどのような過程でクラス図を作成するか調べた。これにもとづき、分析者のモデル作成の過程と分類したパターンとの関連性を検討した。

要求(交点と線分との関係)

線分をいくつか引いた図を考える。線分とは、任意の方向に引かれている有限長の直線である。また、線分同士が交わる点を交点という。

この図の中から、ある線分を1本選んだとき、それと交わる線分を全て見つけることができ、また交点が与えられたときに、それを通る全ての線分を見つけることができる。

このような、CADシステム等でよく使われる交点と線分の関係について、正しいと思われるクラス図を作成せよ。

被験者がクラス図を作成する際に記述したものを表1に示す。

表1: モデル作成時に被験者が記述したもの

記述していたもの	人数[人]
具体例	77
インスタンス図	19

被験者の大半は具体例を記述していた。その理由として、与えた要求が「交点と線分との関係」ということで、具体例を記述しやすい要求であったからと考えられる。

具体例を記述していた被験者のほとんどは、それをもとにクラス図を描いている。これらの被験者が全員インスタンス図を記述したわけではないが、具体例からクラス図へとまとめあげている点で、分類したパターン1に相当すると考えられる。

インスタンス図を記述した被験者の大半は、主に作成したクラス図の確認を行うために利用していた(図8参照)。これはパターン4に相当する。しかしまた、記述したインスタンス図を抽象化してクラス図を作成していた被験者も存在した(図9参照)。これはパターン1に相当する。

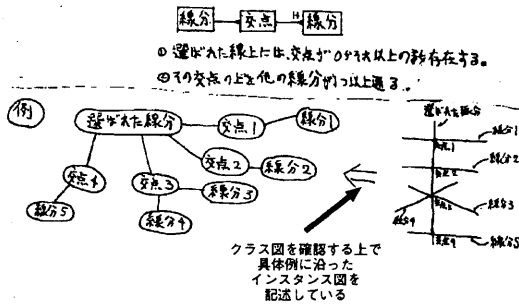


図 8: 被験者 No.22 の解答 -パターン 4 に相当-

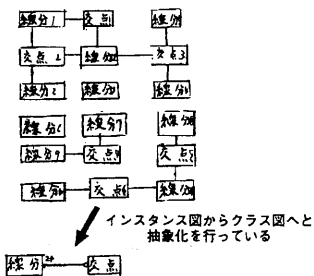


図 9: 被験者 No.1 の解答 -パターン 1 に相当-

5.2 クラス図に対応したインスタンス図の自動生成による支援機能の有効性

この調査を行うにあたり、あらかじめ被験者が作成するであろうクラス図として4種類のクラス

図(図10参照)を想定した。想定したクラス図(3)は、要求を適切に満たすクラス図(クラス図(3)○: 図11参照)を含んでいる。この調査では、クラス図(3)とクラス図(3)○を期待したクラス図とする。

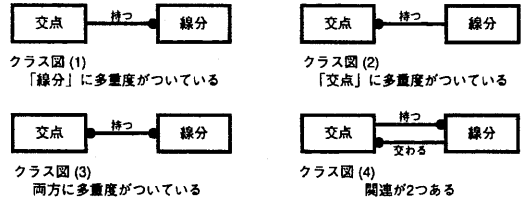


図 10: 想定した4種類のクラス図

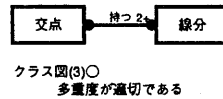


図 11: 要求を適切に満たすクラス図

この調査では、想定した各クラス図に対応するインスタンス図を描いてある資料(図12参照)を提示した。その資料をもとに、被験者に作成したクラス図を確認させ、不適切であると考えた場合はその修正を行わせた。

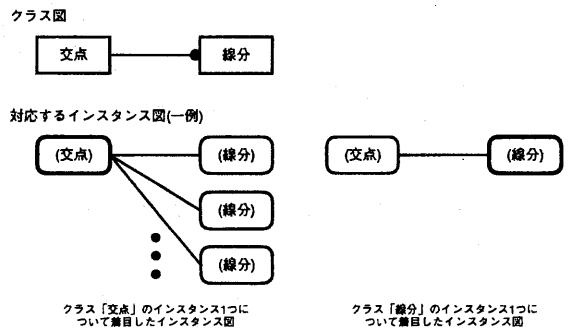


図 12: クラス図(1)に対応したインスタンス図

この過程において、資料配布前に先に挙げた5

つのクラス図の一つを解答した被験者は66名であった。これらの被験者の配布後の解答の推移状況を図13に示す。

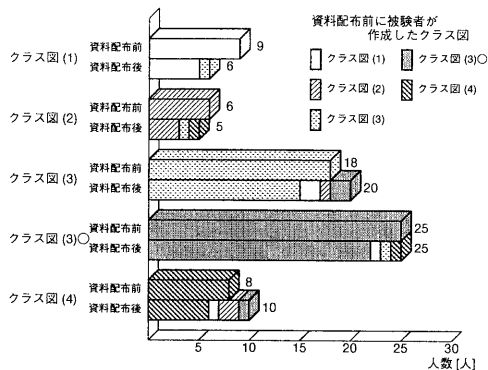


図13: 資料を配布した後の被験者の推移

被験者の解答例を以下に記す。

期待したクラス図へと修正した被験者の解答

被験者 No.5

- 「ある線分について交点が一つしか存在しないはずがない」と述べ、クラス図(1)からクラス図(3)へと修正した(図14参照)。

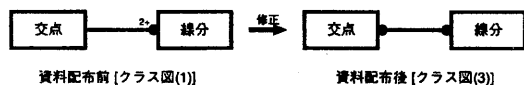


図14: 被験者 No.5 による解答

被験者 No.51

- 「線分が平行である場合は交点がないのに、先に作成したクラス図では必ず交点のインスタンスが存在するのはおかしい」と述べ、クラス図(3)からクラス図(3)○へと修正した(図15参照)。

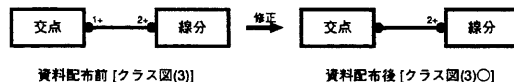


図15: 被験者 No.51 によるクラス図の修正

期待したクラス図を描いていた被験者の解答

被験者 No.76

- 「インスタンス図と対応させてみてもつじつまが合っている」と述べ、提示前に描いていたクラス図(3)○が適切であることを確認していた。

これらの解答例より、クラス図に対応したインスタンス図を提示することで、クラス図の確認、修正を促すことができたと考えられる。

また、資料提示前に図16(a)を解答としていた被験者 No.67は、それに対応するインスタンス図として図16(b)を記述した。その結果、「線分というクラスを2つ描いてしまったので修正した」とコメントし、クラス図(3)○へと修正を行なった。

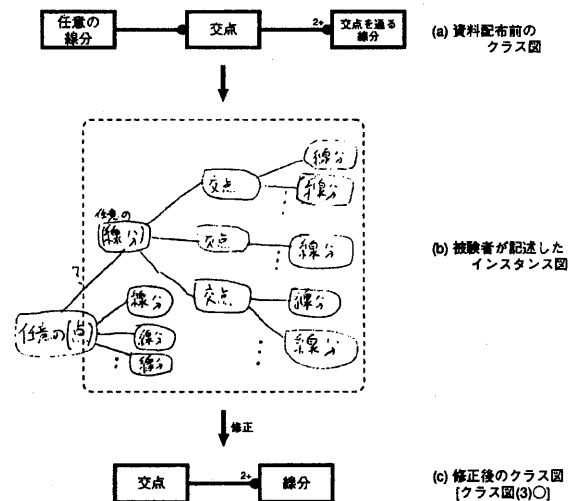


図16: 被験者 No.67 によるクラス図の修正

このことより、描いたクラス図に対応するインスタンス図を作成し、それについて確認すること

で、適切なクラス図へと修正することができる。

しかしながら、期待したクラス図からそうでないクラス図へと変更した被験者もいた。被験者 No.57 は「交点は必ず存在する必要がある」と考え、クラス図 (3) からクラス図 (1) に変更した。また、適切でないクラス図を作成し、修正を行わなかった被験者も当然存在した。

6 結論

OMT で用いられるオブジェクトモデル作成時の過程を、「クラス図を描く」フェーズと「描いたクラス図を確認する」フェーズとに分け、それぞれのフェーズにおけるパターンとして4つに分類した。これらのパターンは、インスタンス図や具体例といった具体的なものに着目している。また、思考過程を考慮した支援として、作成したクラス図に対応したインスタンス図の自動生成を行いクラス図の確認を促す支援機能を提案した。

被験者によるオブジェクトモデル作成の調査から、パターン 1, 4 を用いてクラス図を作成していたことを確認した。また、想定したクラス図に対応したインスタンス図を提示することで、クラス図の確認、修正を促すことを可能とし、提案した支援機能の有効性を明らかにした。

今後は、より適切なクラス図へと修正を行わせる方法について検討する。また、現在構築中であるオブジェクト図エディタ [9, 10] 上での支援が有効であるか、その評価を行う予定である。

参考文献

- [1] J. Runbaught et al. *Object-Oriented Model and Design*. Prentice Hall, 1991. 監訳 羽生田 栄一: オブジェクト指向方法論 OMT, トッパン, 1992.
- [2] 妻木俊彦, 森澤好臣, 岩田裕道, 外山晴夫. オブジェクトモデル導出に関する一考察. 情報処理学会研究報告, Vol. 96, No. 112, pp. 33-40, 1996.
- [3] 金友大, 萩庭崇, 永田守男. オブジェクト指向分析の分析. 電子情報通信学会技術研究報

告, Vol. 95, No. 86, pp. 1-8, 1995.

- [4] 金友大, 永田守男. シナリオを利用したオブジェクト指向分析支援. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-I, No. 10, pp. 669-678, 1996.
- [5] 上原幹正, 奥平光進, 増田英孝, 笠原宏. オブジェクトモデル構築の過程とその支援機能の検討. 情報処理学会第 53 回全国大会講演論文集, pp. 4D-3, 1996.
- [6] 青木淳. オブジェクト指向システム分析設計入門. ソフト・リサーチ・センター, 1993.
- [7] Jinwoo Kim et al. *Internal Representation and Rule Development in Object-Oriented Design*. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, Vol. 2, No. 4, pp. 357-390, 1995.
- [8] E. Gamma et al. *Design Patterns*. Addison-Wesley, 1995. 監訳 本位田 真一, 吉田 和樹: デザインパターン, ソフトバンク, 1995.
- [9] 奥平光進, 上原幹正, 増田英孝, 笠原宏. 初心者考慮したオブジェクト図エディタの構築. 情報処理学会第 52 回全国大会講演論文集, pp. 5V-3, 1996.
- [10] 奥平光進, 上原幹正, 増田英孝, 笠原宏. オブジェクトモデルを構築する際に可能な支援機能の実装. 情報処理学会第 53 回全国大会講演論文集, pp. 4D-4, 1996.